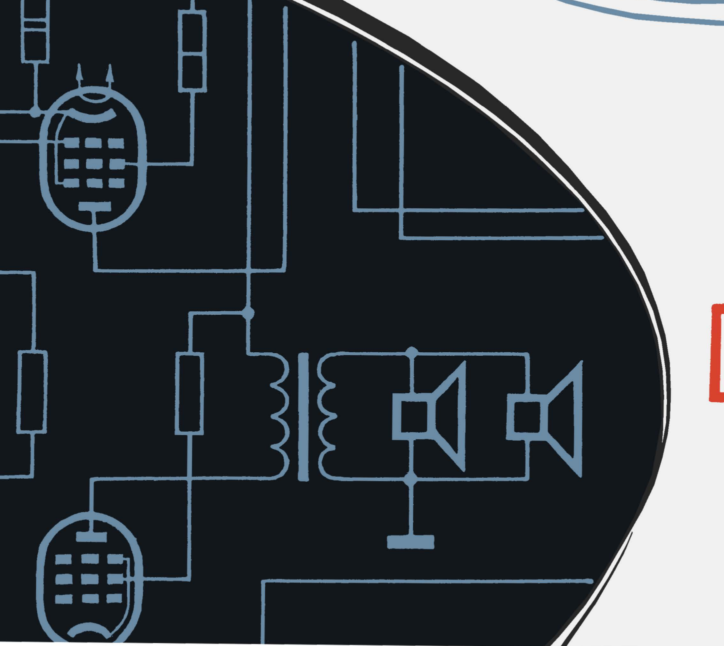
И.С. Филатов



Двухканальный усилитель низкой частоты и звуковая колонка





МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 564

И. С. ФИЛАТОВ

ДВУХКАНАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ И ЗВУКОВАЯ КОЛОНКА



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1965 ЛЕНИНГРАД

УДК 621.375.07.2
Ф 51

Описывается простой двухканальный усилитель низкой частоты и акустическая система для получения звучания, приближающегося к естественному.

Брошюра рассчитана на широкий круг радиолюбителей.

Филатов Игорь Семенович

Двухканальный усилитель низкой частоты и звуковая колонка.

М.—Л., издательство „Энергия", 1965, 16 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 564). Сводный тематический план по радиоэлектронике, 1965 г., № 204.

Редактор *В. М. Большов* Техн. редактор *Т. Н. Царева*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 24/X 1964 г. Подписано в печать 18/XII 1964 г.
Бумага 84×108¹/₃₂ Печ. л. 0,82 Уч.-изд. л. 0,85.
Т-13468 Тираж 33 000 экз. Цена 03 коп. Зак. 1629

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати,
Шлюзовая наб., 10.

УСИЛИТЕЛЬ

В установке используется усилитель НЧ, выполненный по двухканальной схеме. Преимущество двухканальной схемы перед широкополосной заключается в уменьшении как частотных, так и нелинейных искажений, в упрощении конструкций выходных трансформаторов и более легком налаживании. Кроме того, регулирование тембра в двухканальном усилителе может быть осуществлено простым изменением усиления соответствующего канала в очень больших пределах.

Использование двухканального усилителя совместно с разнесенной акустической системой позволяет простыми средствами добиться наиболее ощутимого эффекта объемного звучания.

Усилитель воспроизводит полосу частот от 40 *гц* до 15 *кгц*, которая *RC*-фильтрами разделяется на низшие (до 800 *гц*) и высшие (выше 800 *гц*) частоты. Для снижения частоты раздела до 500 *гц* переменное сопротивление R_8 должно быть порядка 0,5 *Мом*. Сигналы высших и низших частот усиливаются отдельными оконечными усилителями. Выходная мощность усилителя канала низших частот равняется 4 *ва*, а канала высших частот 1,5 *ва*. Чувствительность усилителя 0,25 *в*.

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 1.

Первый каскад предварительного усиления на левой (по схеме) половине лампы $Л_{1а}$ (6Н2П) — широкополосный. Он обеспечивает требуемое усиление сигнала, подаваемого на вход усилителя. Разделение на каналы происходит после первого каскада. Верхние частоты через разделительные конденсаторы C_4 и C_7 поступают на потенциометр R_8, выполняющий функцию регулятора тембра на верхних частотах. Снимаемый с движка потенциометра сигнал подводится к сетке оконечной лампы $Л_2$, усиливается ею и воспроизводится высокочастотными громкоговорителями $Гр_3$ и $Гр_4$. В цепь управляющей сетки лампы $Л_2$ включен *RC*-фильтр верхних частот, состоящий из сопротивлений R_8, R_{11}, R_{14}, R_{16} и конденсаторов C_7, C_8, C_9.

Сигнал низших частот выделяется фильтром, состоящим из сопротивлений R_4, R_5, R_7, R_{10} и конденсаторов C_3 и C_5. После фильтра нижних частот сигнал через конденсатор C_6 поступает на фазоинвертор — триод $Л_{1б}$ (правая половина лампы 6Н2П). С анодной и катодной нагрузок фазоинвертора противофазные напряжения подаются на управляющие сетки ламп $Л_3$ и $Л_4$ оконечного каскада

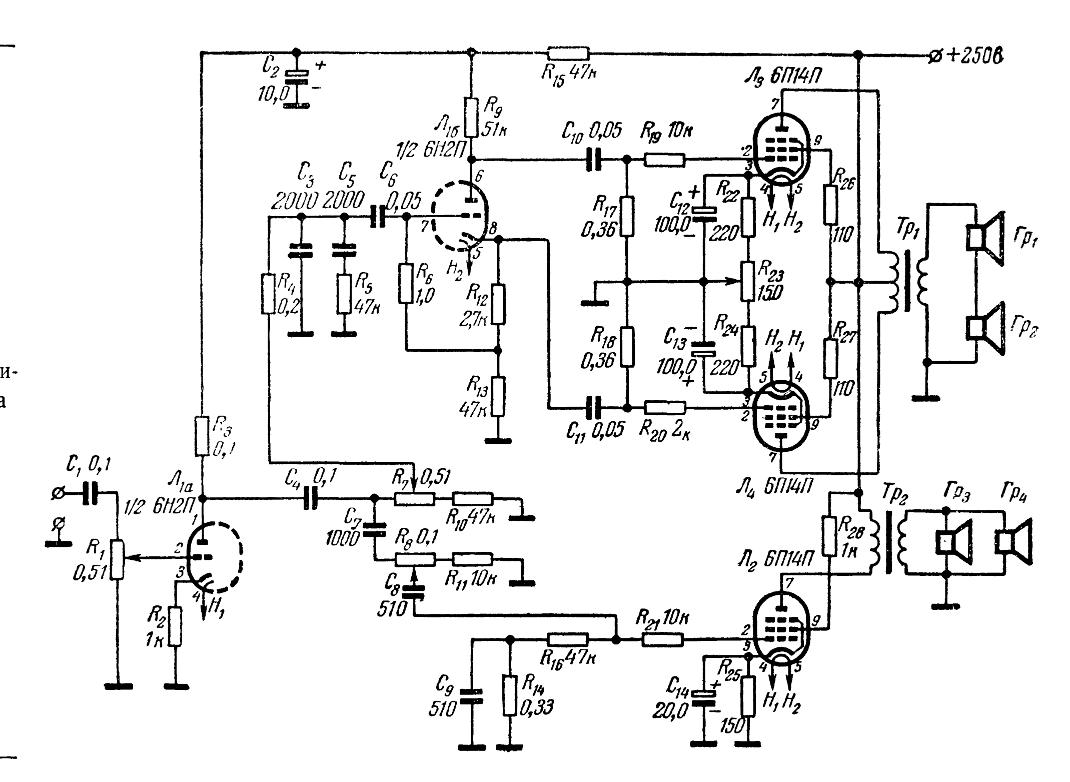


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя.

низших частот, выполненного по двухтактной схеме. Сопротивлением R_{23} симметрируют оконечный каскад.

Сопротивления R_{10} и R_{11}, включенные последовательно с потенциометрами регуляторов тембра (усиления), предотвращают полное ослабление частот диапазона. Подбором величин этих сопротивле-

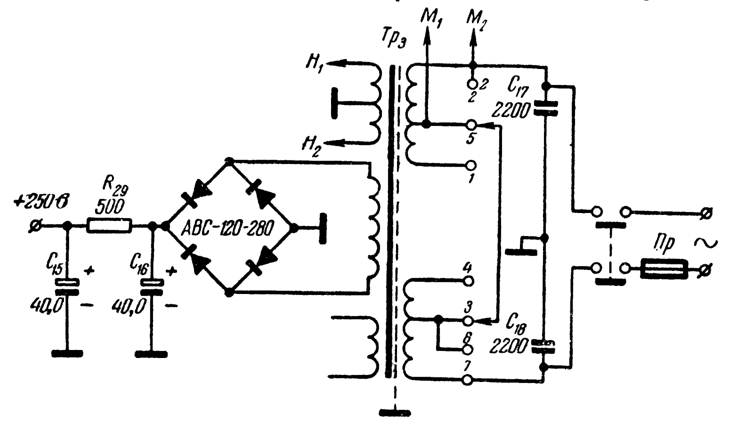


Рис. 2. Принципиальная схема выпрямителя.

ний можно изменять пределы регулирования тембра и тем самым подбирать характеристику каждого канала. Усилитель питается от выпрямителя, принципиальная схема которого приведена на рис. 2.

Выпрямитель состоит из трансформатора питания $Тр_3$, выпрямительного элемента АВС-120-270 и сглаживающего фильтра $C_{15}R_{29}C_{16}$. Для получения запаса по мощности рассеяния сопротивление R_{29} составлено из двух параллельно включенных двухваттных сопротивлений.

ДЕТАЛИ

Для простоты повторения конструкции в усилителе использованы детали от промышленных приемников.

Трансформатор питания и выходные трансформаторы можно использовать от приемника «Люкс» или «Дружба». Потенциометры для регулировки (громкости) верхних и нижних частот следует применить типа А. Потенциометр для регулировки громкости на входе усилителя применен логарифмический от радиол «Сакта», «Люкс», «Дружба». Имеющиеся на потенциометре отводы для подключения тонкомпенсирующей ячейки RC не используются. Сопротивления МЛТ или ВС, конденсаторы МБМ, КБГИ, КСО, КЭ-2-М или КЭГ. Громкоговорители: в канале верхних частот применены громкоговорители 1ГД-9 ($Гр_3$ и $Гр_4$), в канале нижних частот — громкоговорители 5ГД-14 ($Гр_1$ и $Гр_2$). В качестве монтажных планок использованы 16-лепестковые и 4-лепестковые монтажные планки от телевизора «Рубин-102».

Вместо трансформатора питания от радиолы «Люкс» можно использовать трансформатор от радиолы «Волга» или от магнитофона «Днепр-11». В случае применения трансформатора от радиолы «Волга» заземляется один из концов накальной обмотки в самом выпрямителе. Если же используется трансформатор от магнитофона «Днепр-11», то параллельно накальной обмотке следует включить потенциометр сопротивлением 100 *ом* (2 *вт*) с заземленной средней точкой, путем передвижения движка которого добиваются минимального фона.

В случае, если радиолюбитель испытывает трудности в приобретении указанных деталей, то низкочастотный трансформатор от радиолы «Люкс» в канале нижних частот можно заменить любым трансформатором, рассчитанным на работу в двухтактном каскаде без изменений в принципиальной схеме усилителя.

Выходной трансформатор в высокочастотном канале можно заменить трансформатором от радиолы «Волга».

Громкоговорители 1ГД-9 можно заменить громкоговорителями 1ГД-18, а громкоговорители 5ГД-14 — громкоговорителями 4ГД-1 или 2ГД-3.

Для упрощения схемы можно двухтактный оконечный каскад нижних частот заменить однотактным. В этом случае каскад выполняется по той же схеме, что и в канале высших частот, лампа $Л_{1б}$ (фазоинвертор) не используется, а R_6, R_9, R_{12}, R_{13} из схемы исключаются. В качестве выходного трансформатора можно использовать трансформатор от радиоприемников «Рекорд», «Москвич», «Муромец» и др. Соответственно и громкоговорители должны быть такими, на которые рассчитаны эти трансформаторы.

Величина сопротивления R_{23} может быть меньше или больше указанной на принципиальной схеме. При этом необходимо подобрать сопротивления R_{22} и R_{24} так, чтобы каждое в сумме с половиной сопротивления R_{23} составляло 270—300 *ом*. При отсутствии потенциометра выводы катодов ламп $Л_3$ и $Л_4$ соединяют вместе и заземляют через сопротивление порядка 120—150 *ом*, параллельно которому включают электролитический конденсатор емкостью до 100 *мкф*.

СБОРКА И МОНТАЖ

Общий вид готового усилителя приведен на рис. 3 и 4.

Усилитель собирают на металлическом шасси размерами 240×200×25 *мм*. Разметка шасси приведена на рис. 5.

Сначала на шасси прикрепляют ламповые панели, а затем монтажные планки, предварительно изолированные от шасси прокладками из текстолита (или другого изолирующего материала), и лепесток «заземления». К крайнему лепестку планки и лепестку «заземления» припаивают шину заземления, изготовленную из луженого медного провода диаметром 1 *мм*. Монтаж начинают с припайки проводов накала ламп (рис. 6). Накальные провода, идущие к предварительному усилителю, прокладывают сверху шасси. С этой целью их пропускают через отверстия около ламп $Л_1$ и $Л_3$. Для фиксации положения проводов их можно приклеить к шасси клеем БФ-2. Провода накала свивают и подсоединяют к гнездам разъема питания.

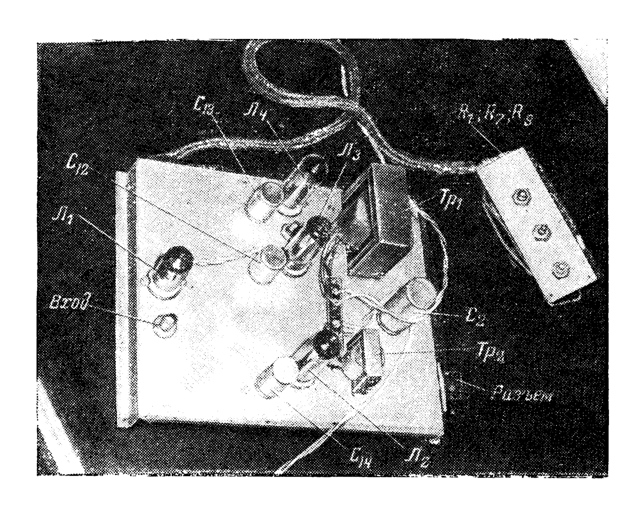


Рис. 3. Общий вид усилителя.

Рис. 4. Монтаж деталей под шасси усилителя.

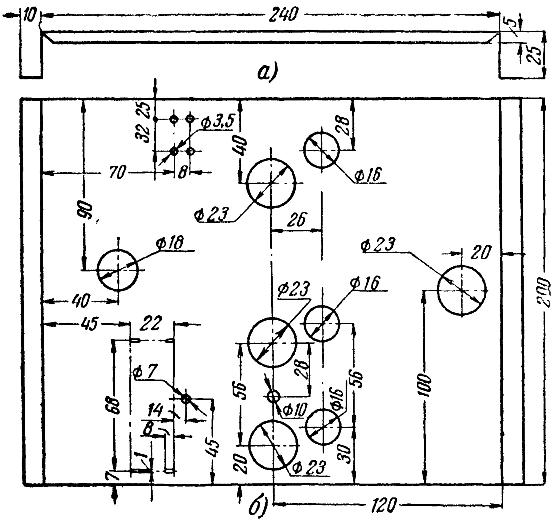


Рис. 5. Разметка шасси.

а — вид сбоку; *б* — вид сверху.

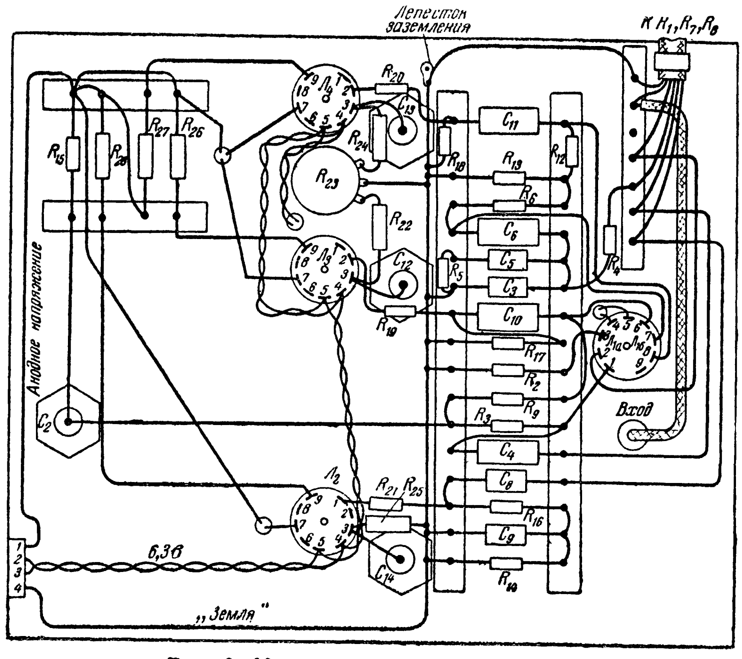


Рис. 6. Монтажная схема усилителя.

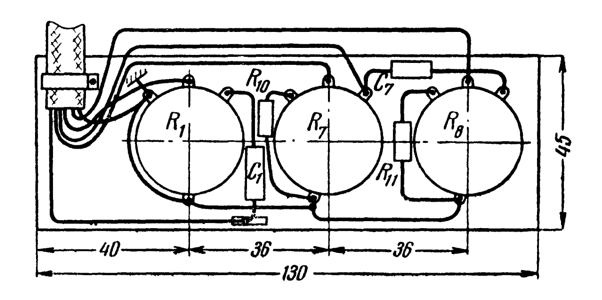
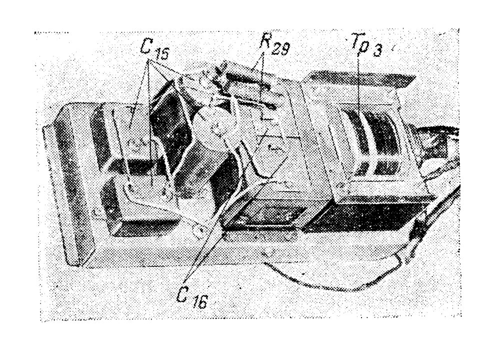
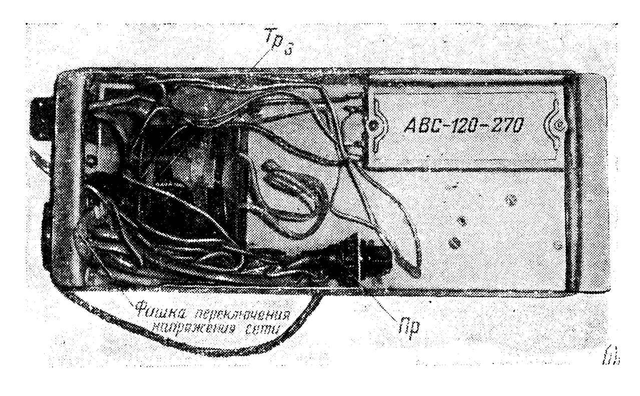


Рис. 7. Плата с потенциометрами.



а)



б)

Рис. 8. Монтаж выпрямителя.

а — вид сверху; б — вид снизу.

Монтаж ведется согласно монтажной схеме (рис. 6), начиная с фильтра высших частот. Регуляторы громкости и тембра смонтированы на выносной плате (рис. 7), выполненной из алюминия или фанеры. Соединительный жгут проводов должен быть экранирован металлической оплеткой. К плате с потенциометрами и к шасси усилителя жгут необходимо закрепить хомутами. Для связи с выпрямителем необходимо установить на шасси разъем, имеющий не менее четырех контактов (для проводов анодного напряжения, напряжения накала и заземления).

Провод, по которому подается сигнал на вход усилителя, должен быть экранирован и подсоединен к специальным лепесткам, расположенным на шасси. Если имеется высокочастотный разъем (например, типа ВР), то ввод можно выполнить через такой разъем при помощи кабеля РК-119.

Выпрямитель собран на отдельном шасси размерами 250×110×30 *мм*. Можно использовать и готовый выпрямитель на 100—120 *ма*, если таковой имеется у радиолюбителя. Для наглядности, как пример, на рис. 8 приведен один из вариантов выполнения выпрямителя. В данном случае вместо электролитических конденсаторов КЭ-2-Н по 40 *мкф* использованы конденсаторы КЭГ по 10 и 20 *мкф*, соединенные параллельно.

Если в усилителе применены исправные детали и при монтаже не допущено ошибок, то налаживание его будет заключаться в симметрировании двухтактного каскада канала низших частот по постоянному току.

Для этого необходимо отсоединить левые (по схеме) выводы конденсаторов C_{10} и C_{11} и подключить их к цепи накала (незаземленному лепестку ламповой панельки). Затем регулировкой потенциометра R_{23} установить на выходе усилителя минимум фона переменного тока (по громкости). Зафиксировав положение движка потенциометра при помощи клея, лака или краски, опять восстанавливают схему усилителя.

АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Акустическая система состоит из двух групп громкоговорителей — низкочастотных и высокочастотных, установленных в раздельных ящиках.

В таком исполнении возможно достигнуть более естественного звучания как путем разделения спектра звуковых частот и возможности раздельной регулировки усиления в каждом канале, так и путем расширенной (разнесенной) базы между громкоговорителями. При этом исчезает впечатление, что звук исходит из одной точки. Необходимо отметить, что при этом возможно прослушивание концертных передач при повышенной громкости по сравнению с сосредоточенными широкополосными системами, что позволяет в более широких пределах подбирать тембровые характеристики передач.

Низкочастотные громкоговорители размещены в ящике размерами 600×450×400 *мм*. Конструкция ящика показана на рис. 9. Громкоговорители размещены на фронтальной доске несимметрично относительно ее краев для уменьшения неравномерности частотной характеристики акустической системы. Снаружи фронтальная доска закрыта декоративной радиотканью.

Каждый высокочастотный громкоговоритель размещен в треугольном ящике, конструкция и размеры которого показаны на рис. 10.

Для правильной работы акустической системы громкоговорители должны быть сфазированы, что можно сделать двумя способами.

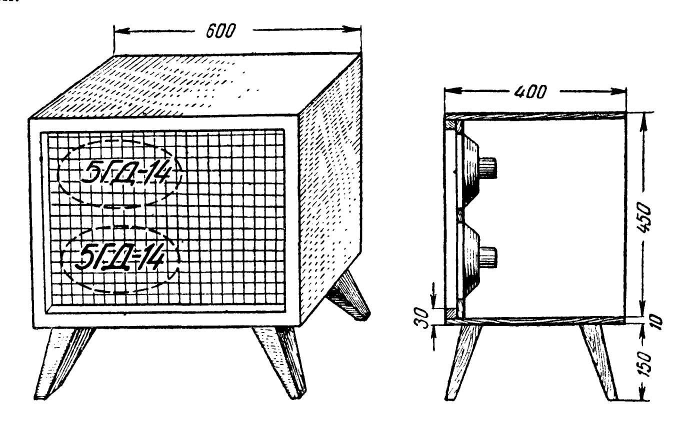


Рис. 9. Ящик для низкочастотных громкоговорителей.

1. К выводам звуковых катушек громкоговорителей поочередно подключают батарейку от карманного фонаря и подбирают полярность включения ее такой, чтобы диффузоры громкоговорителей при включении батарейки двигались в одну сторону и отмечают на выводах звуковой катушки полярность подключения батарейки.

2. Если имеется авометр ТТ-1 или Ц-20, то его переключают на самый низкий предел измерения постоянного тока (ТТ-1 на 0,2 *ма*, Ц-20 на 0,3 *ма*) и концы щупов присоединяют к выводам звуковой катушки громкоговорителя. Нажимая осторожно пальцами на диффузор, заставляют двигаться звуковую катушку, благодаря чему в ней появится ток определенной полярности. Стрелка прибора отклонится вправо или влево, что будет служить индикатором для фазировки. Подключив другой громкоговоритель и проведя аналогичные действия, находят положение щупов, при котором стрелка будет отклоняться в ту же сторону и отмечают полярность на выводах громкоговорителя.

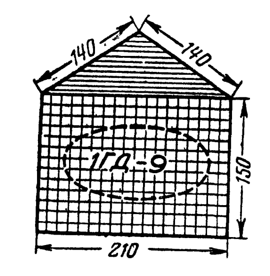


Рис. 10. Ящик для высокочастотного громкоговорителя.

При последовательном включении громкоговорители соединяют разноименными полюсами, а при параллельном — одноименными. Вместо описанной акустической системы для высокочастотных громкоговорителей может быть применена одна звуковая колонка.

Форма звуковой колонки выбрана такой, чтобы, кроме излучения вперед, создавалось излучение в стороны для получения рассеянного излучения от стен и предметов в комнате.

В звуковой колонке применены восемь громкоговорителей 1ГД-9 и 1ГД-18 с частотами резонанса 100, 120, 130, 140 и 150* и три громкоговорителя 1ГД-1ВЭФ.

Громкоговорители 1ГД-9 и 1ГД-18 соединены в четыре группы по два громкоговорителя последовательно в каждой.

Громкоговорители 1ГД-1ВЭФ соединены последовательно. Внешний вид, конструкция и размеры деталей звуковой колонки показаны на рис. 11.

Верхняя и нижняя крышки одинаковы по размерам и сделаны из доски толщиной 25 *мм.*

Боковые планки, одинаковые по размерам, изготавливают из фанеры, толщиной 10 *мм.*

Отражательные доски изготавливают также из фанеры толщиной 10 *мм.* Две из них (боковые) — одинаковые. Верхние (круглые) отверстия выпиливают только в том случае, если имеются громкоговорители 1ГД-1ВЭФ.

Бруски для крепления отражательных досок изготавливают из дерева или фанеры размерами 15×15×160 *мм* — 4 шт. (для боковых) и размерами 15×15×220 *мм* — 2 шт. (для передней).

Декоративные планки *6*, *7* изготавливают из бука или дуба. Размеры их подбирают по месту установки, а их форма ясна из рис. 11. Для придания планкам овальной формы их с внешней стороны обрабатывают напильником. Детали *7* для колонки выпиливают из квадратной доски размерами 45×45×25 *мм*, а затем подгоняют по месту при помощи напильника. В случае изготовления верхней и нижней крышек не с закругленными углами надобность в декоративных планках *7* отпадает. После окончательной подгонки деталей *6*, *7* их обрабатывают наждачной шкуркой и полируют.

В качестве декоративной ткани можно применить любую радиоткань размерами 640×640 *мм.* В случае отсутствия такой ткани ее можно заменить марлей, окрашенной в желаемый цвет.

Колонку собирают в следующем порядке. Вначале к верхней и нижней крышкам прикрепляют боковые планки при помощи клея и гвоздей. Фронтальную отражательную доску временно прикрепляют к боковым четырьмя шурупами и устанавливают на свое место в колонку. Затем временно закрепляют шурупами боковые отражательные доски с внутренней стороны к боковым планкам. Окончательно размечают место под бруски, к которым впоследствии будут прикрепляться отражательные доски. Бруски при помощи клея и гвоздей крепят к крышкам. После этого вынимают отражательные доски и разбирают их. Вырезают отверстия под громкоговорители, устанавливают громкоговорители и делают необходимые электрические соединения. Далее окончательно устанавливают в колонку отражательные доски с громкоговорителями и закрепляют их только при помощи шурупов. Для лучшей подгонки отражательных досок можно в местах стыков проложить тонкую

---

* Громкоговорители 1ГД-9 и 1ГД-18 выпускаются различными заводами, поэтому их легко подобрать с необходимыми резонансными частотами.

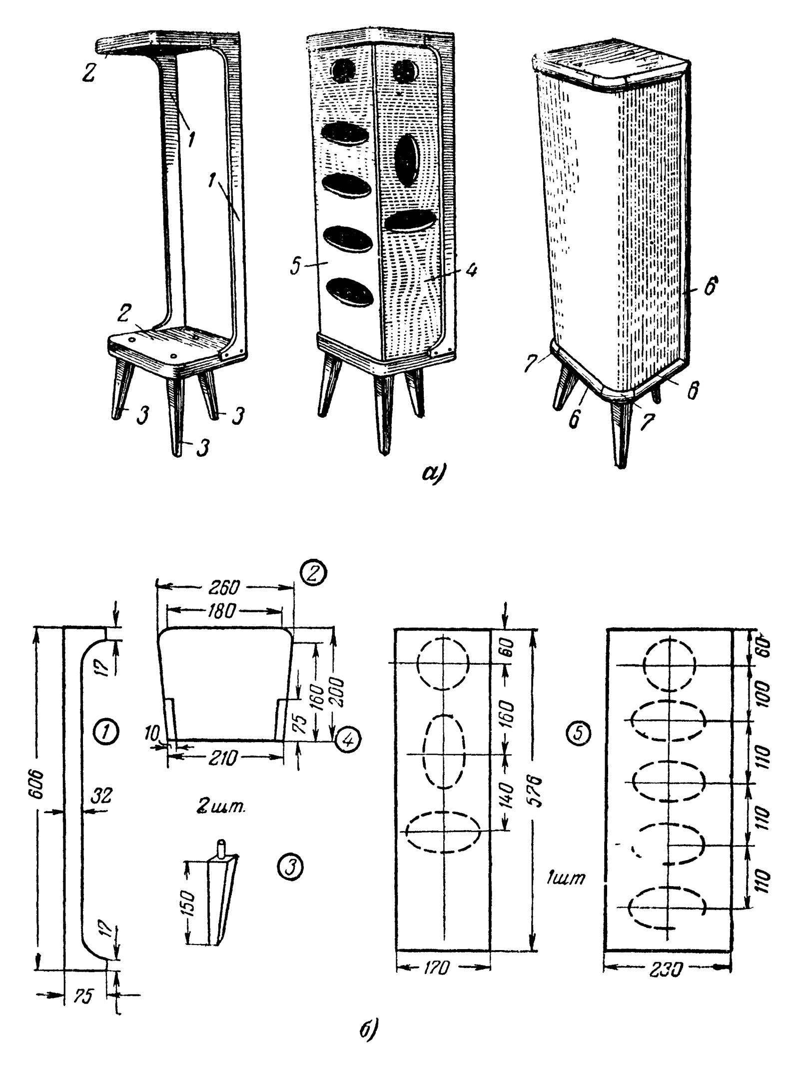


Рис. 11. Конструкция звуковой колонки.

а — устройство и внешний вид; *б* — детали (*1* — боковые планки; *2* — верхняя и нижняя крышки; *3* — ножки; *4* — боковые отражательные доски; *5* — передняя отражательная доска; *6*, *7* — декоративные планки).

резину или другой материал. Затем производится окончательный электрический монтаж по схеме, приведенной на рис. 12. Такая схема включения громкоговорителей дает возможность изменить сопротивление нагрузки (2,75 и 11 *ом*). После проверки звуковой колонки с усилителем на качество звучания ее обтягивают радио-

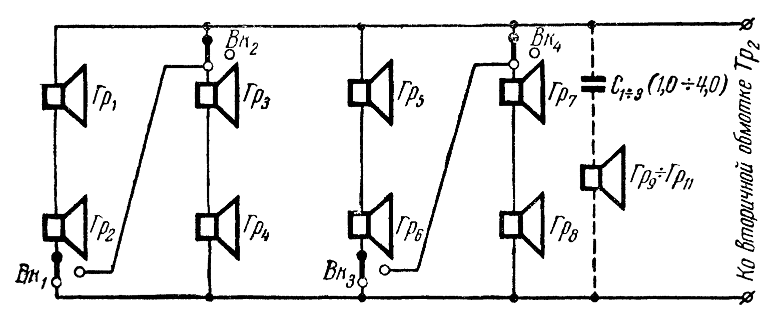


Рис. 12. Схема соединения громкоговорителей в звуковой колонке.

тканью. Радиоткань прикрепляют мелкими гвоздями к крышкам по периметру спереди и по бокам. Снаружи прикрепляют шурупами декоративные планки и устанавливают заднюю крышку, размеры которой подгоняются по месту.

НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ УСИЛИТЕЛЯ И АКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Как показала практика, каждый слушатель по-своему подходит к размещению усилителя, проигрывателя и акустической системы.

Первый вариант. Усилитель с выпрямителем и проигрывателем размещают в одном ящике с низкочастотными громкоговорителями. В этом случае сверху ящика необходимо предусмотреть откидную крышку для доступа к проигрывателю. К такому размещению нужно подходить с осторожностью, так как иногда возникает акустическая обратная связь, нарушающая нормальную работу всей установки.

Второй вариант. Усилитель с выпрямителем и проигрывателем размещают в отдельном ящике по типу радиолы «Эстония-3». Этот вариант вполне пригоден для практического использования и среди радиолюбителей получил наибольшее распространение.

Если радиолюбитель имеет радиовещательный приемник, то этот усилитель с его акустической системой можно использовать для прослушивания музыкальных передач. Для этого необязательно делать сложную коммутацию, а достаточно к выходу детектора приемника подключить экранированный кабель РК-119, оканчивающийся высокочастотным разъемом для включения ко входу усилителя. При этом регулятор громкости приемника устанавливают на минимум усиления, а громкость и тембр регулируют соответствующими ручка-

ми в двухканальном усилителе. Недостаток такого способа заключается в излишнем потреблении энергии и ручном переключении, что окупается простотой эксплуатации. Практика использования в приемниках «Люкс», «Дружба», «Комета» и др. показала приемлемость такого способа коммутации.

Размещение акустической системы. Высокочастотные громкоговорители должны располагаться на расстоянии метра и более по обе стороны от низкочастотных таким образом, чтобы устранить провал в середине между громкоговорителями нижних и верхних частот.

Слушатели должны располагаться перед громкоговорителями на расстоянии, равном наибольшему расстоянию между высокочастотными громкоговорителями.

В случае применения звуковой колонки рекомендации остаются теми же. Однако возможен еще один вариант, при котором слушатели могут располагаться несколько в стороне от звуковой колонки на одной с ней линией, а низкочастотные громкоговорители размещают в противоположном углу на некотором удалении против слушателей. В этом случае условия прослушивания приближаются к условиям зала.

В условиях небольшого помещения (комнаты) или в случае большого количества мебели звуковую колонку можно разместить на шкафу, при этом звук большей частью будет отражаться от стен и звуковоспроизведение будет также высокого качества.

При любом варианте размещения источников звука и расположения слушателей необходимо установить необходимые громкость и тембр звучания в каждом канале усилителя, чтобы эффект «расширения» источника звука проявлялся как можно больше.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Д. Ганзбург, Улучшение звучания приемника, ГЭИ, 1958.
2. М. М. Эфрусси. Акустическое оформление громкоговорителей, ГЭИ, 1962.
3. И. В. Андреев. Внешнее оформление приемника, ГЭИ, 1958.
4. А. Г. Дольник. Групповые излучатели для звуковоспроизведения (в помощь радиолюбителю, выпуск 12, издательство ДОСААФ, Москва, 1962).

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 03 коп.

Цена 03 коп.